Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
(Direktor: Prof. Dr. med. Alfred N. Witt)

BEITRAG ZUR OPERATIVEN BEHANDLUNG DER PSEUDARTHROSE DES OS NAVICULARE CARPI

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Rudolf Herpell
aus Lyck

1966

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
(Direktor: Prof. Dr. med. Alfred N. Witt)

Beitrag zur operativen Behandlung der Pseudarthrose des Os naviculare carpi

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

vorgelegt von
Rudolf Herpell
aus Lyck

Dekan: Prof. Dr. med. Wilhelm Maßhoff

Referent: Prof. Dr. med. Heinz Mittelmeier

Korreferent: Prof. Dr. med. Alfred N. Witt

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 18. MAI 1966

Inhalt

A. Einleitung	Seite 3
B. Der frische Kahnbeinbruch	4
C. Nicht verheilte Kahnbeinbrüche	6
D. Behandlung der Navicularpseudarthrosen	8
E. Eigene Untersuchungen	12
I. Krankengut, Tabelle 1 - 6	12
II. Methodik der Nachuntersuchung	21
III. Befunde, Tabelle 7 - 13	23
IV. Ergebnisse	30
F. Diskussion	32
G. Zusammenfassung	35
Literaturverzeichnis	36
Lebenslauf	41

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546527_0104

A. Einleitung

In Deutschland machen 6000 bis 8000 Kahnbeinbrüche pro Jahr über die Hälfte aller Handwurzelverletzungen aus (BÖHLER). Sie heilen relativ langsam und neigen zur Falschgelenkbildung, die meist mit einer Beeinträchtigung in der Gebrauchsfähigkeit der Hand einhergeht. BAUR und WIPFLI weisen auf die zunehmende Häufigkeit sowohl der Naviculärpseudarthrosen als auch deren Operationen hin. In der großen Zahl von Veröffentlichungen wird die Behandlung frischer Kahnbeinbrüche verhältnismäßig einhellig beurteilt. Dagegen weichen die Auffassungen über therapeutische Maßnahmen bei Pseudarthrosen weit voneinander ab. Die Vielzahl empfohlener Methoden zeigt, daß ein Verfahren mit genügend hoher Erfolgssicherheit zur Zeit noch nicht gefunden ist. Die nicht voll einsatzfähige Hand stellt eine empfindliche Beeinträchtigung im Erwerbsleben dar und ist Anlaß ständiger Bemühungen um optimale Behandlungsmethoden.

An der Orthopädischen Klinik der Freien Universität Berlin wird bei der Behandlung der Naviculärpseudarthrosen der operative Weg eingeschlagen und die wachsende Zahl derartiger Eingriffe während der letzten Jahre geht mit deutlichen Erfolgen einher. Ein Teil der Patienten konnte postoperativ über längere Zeit beobachtet werden. In der vorliegenden Arbeit werden 21 Nachuntersuchungen unter kritischer Betrachtung der Behandlungsergebnisse zusammengefaßt.

B. Der frische Kahnbeinbruch

Als charakteristischer Unfallmechanismus bei der Navicularfraktur gilt der Sturz auf die dorsalflektierte Hand. Direkter Stoß oder Schlag tritt demgegenüber in den Hintergrund (KRAMER). Wiederholt wird auf Ermüdungsbrüche hingewiesen bei Preßluftarbeitern, Bergleuten und sogar bei langdauernder Einwirkung vibrierender Kraftfahrzeuglenkräder (ANDREESEN, DÜBEN). Schließlich treten auch Handgelenksverrenkungen mit Navicularfrakturen auf (DE QUERVAIN).

Diese erhöhte Anfälligkeit des Kahnbeins läßt sich aus der Handgelenksmechanik und den anatomischen Verhältnissen im Bänderapparat herleiten. Gleiche Überlegungen gelten auch für die unten besprochene Falschgelenkbildung (BRANDT, CONTZEN, KRAMER, REHBEIN, WELLER, WITT).

Obwohl die Prognose der Navicularfraktur von Frühdiagnose und konsequent durchgeführter Therapie abhängt, führen die geringen Beschwerden den Patienten bisweilen erst spät zum Arzt (BAUMGARTL). Und auch dort wird der Kahnbeinbruch am häufigsten von allen Brüchen übersehen (CRENSHAW).

Neben dem unterschiedlich ausgeprägten klinischen Bild mit Schwellung und Druchschmerz in der Gegend der Tabatière sowie umschriebenem Schmerz bei Stauchung, Druck und Überstreckung kann auch das Röntgenbild über eine frische Fraktur hinwegtäuschen (BURKLE DE LA CAMP). BÖHLER empfiehlt deswegen eine Wiederholung der grundsätzlich anzufertigenden Navicularesserie nach 14 Tagen. Der Bruchspalt tritt dann durch Resorptionswirkung deutlicher hervor.

Frische Kahnbeinbrüche heilen bei absoluter Ruhigstellung meist innerhalb von 8 bis 16 Wochen. Gebräuchlich ist der Unterarmgips bis zu den Fingergrundgelenken unter Einschluß des Daumens (BÖHLER, CRENSHAW, EUFINGER, WELLER). Andere Autoren legen ohne Schaden für die spätere Fingerbeweglichkeit die gesamte Hand in einen Faustgips, der bis zu den Fingernagelrändern reicht (KRAMER, OBERMAYR, REHBEIN). Eine verwaschene Zeichnung des Bruchspaltes zeigt den beginnenden Durchbau an (REHBEIN). Die erfolgte knöcherne Konsolidierung soll außerdem an zwei kalkdichten Linien

als Begrenzung des ehemaligen Spaltes zu erkennen sein (TROJAN).

GIESEKING und MC LAUGHLIN nageln, bzw. verschrauben die Bruchstücke mit dem Ziel, die lange Ruhigstellung abzukürzen.

C. Nicht verheilte Kahnbeinbrüche

Mißerfolge durch Ausbleiben knöcherner Heilung bei ruhigstellender Behandlung werden mit 0 bis 9 % angegeben (BÖHLER, CRENSHAW, KRACKE, KRAMER, STEYER).

Nichtkonsolidierte Kahnbeinbrüche unterteilen RÜTHER und UNGEHEUER in veraltete Frakturen einerseits und Pseudarthrosen andererseits. Letztere zeigen röntgenologisch nachweisbare Sklerosierung der Bruchflächen mit glattrandiger Begrenzung. REHBEIN und DÜBEN betrachten alle nichtkonsolidierten Brüche als Pseudarthrosen sobald sie älter sind als ein Jahr, auch wenn die geforderten röntgenologischen Zeichen fehlen. Ursachen der ausbleibenden Konsolidierung sind: der nicht erkannte Bruch, unzureichende therapeutische Ruhigstellung, interponierte Weichteile und Nekrose des proximalen Fragments. Osteolytische Einflüsse der Synovia kommen nicht in Betracht (RÜTHER).

In erster Linie werden für die Pseudarthrosenbildung gelenkmechanische Einflüsse verantwortlich gemacht. Zug- und Scherkräfte reißen die in den Bruchspalt einsprießenden Kapillaren ab und behindern so die Knochenbildung (BRANDT, CONTZEN, KRAMER, REHBEIN, RITTER, RÜTHER, WITT). Nach dieser Auffassung kann ein Querbruch zur fortgesetzten Linie des Gelenkspaltes zwischen Os lunatum und capitatum werden. Der Kippmechanismus des Kahnbeins kommt dem zu Hilfe. Funktionell gehört dann das distale Fragment zur distalen Handwurzelreihe, während das proximale Fragment durch Bandverbindungen an das Mondbein fixiert bleibt. Über das an die Tuberositas ossis navicularis heranziehende Ligamentum collaterale radiale behält das distale Bruchstück Beziehungen zum großen Vielecksbein, zur Basis des ersten Mittelhandknochens und zum Processus styloideus radii.

RIESS spricht außerdem der Sehne des Musculus flexor carpi radialis einen stark störenden Einfluß zu. Gegenüber dieser mechanischen Heilungsbehinderung tritt die früher stark bewertete schlechtere Blutversorgung des Kahnbeins zurück (BRANDT, BUNNEL, CARSTENS, CONTZEN, GIESEKING, RÜTHER, WITT). Das bei Brüchen zur Nekrose neigende proxi-

male Drittel wird nicht ausschließlich durch die von der Dorsalseite her einsprießenden Gefäße versorgt (KRAMER). Revaskularisierung und Konsolidierung gehen aber vorwiegend vom distalen Bruchstück aus (MC LAUGHLIN).

Von den verschiedenen Bruchformen werden die Heilungsaussichten vertikaler Schrägbrüche und der im proximalen Drittel verlaufenden Bruchlinien am ungünstigsten beurteilt (KOTHE, TROJAN, WELLER).

Zum klinischen Bild der Naviculärpseudarthrose gehörten schmerzhafter Reizzustand des Handgelenks, Bewegungseinschränkung, sekundäre Arthrosis deformans, mangelnde Kraft im Griff und Empfindlichkeit gegen Stöße (BÜRKLE DE LA CAMP). Manche Patienten sind jedoch völlig beschwerdefrei (BAUMGARTL, KRAMER).

Eine Abgrenzung gegen das Os naviculare bipartitum kann mitunter Schwierigkeiten bereiten (GEYER, HÜBNER, RETTIG). COTTA empfiehlt für solche Fälle die gehaltene Röntgenaufnahme. Bei angeborener Zweiteilung wird dann der Gelenkspalt breiter, nicht dagegen bei Pseudarthrosen.

D. Die Behandlung der Navicularpseudarthrosen

Für verzögert konsolidierende Brüche wird gewöhnlich die Gipsbehandlung wie beim frischen Bruch empfohlen, jedoch mit verlängerter Ruhigstellungszeit(BÖHLER). SCHINDLER und RIESS befürworten eine Frühoperation.

Pseudarthrosen wurden in letzter Zeit ebenfalls erfolgreich mit dem Faustgipsverband behandelt. REHBEIN und DÜBEN erzielten damit bei 23 Fällen 18 Heilungen. Die Mehrzahl der Autoren hält jedoch solchein Vorgehen bei Pseudarthrosen für wenig aussichtsreich und empfiehlt den operativen Eingriff. Für beschwerdefreie Handgelenke lehnen manche Autoren die Operation ab, andere befürworten sie bei Patienten unter 4o Jahren wegen der drohenden Arthrosis deformans (CRENSHAW, ENDER).

Dem Schrifttum nach kommen heute zahlreiche unterschiedliche Operationsmethoden zur Anwendung. Sie ergeben in den Erfolgszahlen und Beurteilungen ein stark wechselhaftes Bild. Der Versuch einer überschlägigen Zusammenfassung führt zu drei Gruppen von Operationen:

1. Operationen, die nicht auf Vereinigung der Fragmente gerichtet sind, sondern nur Schmerzfreiheit oder Beschwerdeverminderung anstreben.

BENTZON schafft eine Nearthrose durch Interposition eines Bindegewebslappens zwischen die Fragmente.

ERLACHER erreichte mit der Entfernung des Processus styloideus radii in 5 Fällen zwar keine knöcherne Heilung, aber jedesmal Schmerzfreiheit. KRÖSL berichtet von Erfolgen bei 12 ausgewählten Fällen, die vor der Operation keine arthrotischen Veränderungen aufwiesen, während RIESS und TROJAN gerade bei Arthrosis deformans die Styloidektomie befürworten.

2. Operationen, die die knöcherne Handgelenkswurzel verändern.

Die Totalexstirpation des frakturierten Kahnbeins stößt

als Eingriff mit unbefriedigenden Ergebnissen weitgehend auf Ablehnung (BÖHLER, HEIM, RITTER, WAGNER, WITT). Sie scheint nur noch bei Nekrose beider Fragmente und Zertrümmerung angezeigt zu sein. CRENSHAW empfiehlt, dann auch die gesamte proximale Handwurzelreihe mit zu entfernen.

Der Kahnbeinersatz durch Acryl- oder Vitalliumprothese hat sich nicht bewährt (BRANDT, ERLACHER).

Erheblich veränderte proximale Fragmente sollen bei starken Schmerzen nur dann exstirpiert werden, wenn sie weniger als den vierten Teil ausmachen, eine knöcherne Konsolidierung nicht mehr zu erwarten ist und keine Arthrosis deformans vorliegt. Die Entfernung von mehr als einem Drittel kommt im Ergebnis einer Gesamtexstirpation nahe (BRANDT, CRENSHAW, HEIM, WAGNER, WITT).

Die von SUTRO vorgeschlagene Teilarthrodese des Kahnbeins mit dem Os capitatum konnte sich nicht durchsetzen.

Die Totalarthrodese des Handgelenks gilt als ultimum refugium, wenn andere Behandlungsmethoden versagen oder wegen starker Arthrosis deformans keine Aussicht auf Erfolg bieten. Sie wird nur für schwer arbeitende Menschen empfohlen, wenn starke Schmerzen bestehen (CRENSHAW, ENDER, ERLACHER, LANGE, WITT).

Nach Meinung anderer Autoren leistet eine gute Walkledermanschette dieselben Dienste (BÜRKLE DE LA CAMP, RITTER).

3. Operationen mit dem Ziel, die Fragmente zur Vereinigung zu bringen.

Ihnen liegt meist die Anregung der Kallusbildung durch traumatischen Reiz der Knochenzellen oder eingebrachte Knochensplitter zugrunde. Bei zusätzlicher Versenkung von metallischen Fremdkörpern steht die innere Fixierung der Bruchstücke im Vordergrund. Alle Autoren solcher Operationen warnen vor Mißerfolgen, wenn im Handgelenk bereits arthrotische Veränderungen bestehen.

SCHNEK durchstößt mit der sogenannten Beckschen Bohrung

von der Tuberositas ossis naviculäris aus mehrmals die sklerosierte Zone im Bruchspalt. Über die Wirksamkeit dieser Maßnahme bestehen unterschiedliche Auffassungen (BÖHLER, HAINZL, RITTER, RUSSE). WIPFLI beobachtete 14 Operationen mit 5 Heilungen.

Das von MATTI angegebene Füllen der ausgehöhlten Fragmente mit Spongiosamaterial erfolgt von der dorsalen Seite her (HIRSCHFELD). CONTZEN berichtet von 2o Spongiosapfropfungen mit 14 knöchernen Heilungen, KAGER verzeichnet 16 Erfolge; BAUR und WIPFLI beobachteten 74 Spongiosaplastiken, von denen 24 konsolidierten.

RUSSE verlegt den Schnitt auf die Volarseite und schont so die dorsalseitig heranziehenden Hauptblutgefäße des Kahnbeins. Von 22 so operierten Pseudarthrosen heilten 20. Zusätzlich kann ein Corticalisspan eingepaßt werden.

BARNARD und STUBBINS benutzen als Füllmaterial den abgeschlagenen Processus styloideus radii und schalten damit gleichzeitig den störenden Einfluß des Ligamentum collaterale radiale aus. So erzielte KRAMER 7 Erfolge bei 11 Operationen und HAINZL konnte damit 9 von 10 operierten Pseudarthrosen heilen.

PALMER und WIDEN durchbohren nach ADAMS das freigelegte Os naviculare in der Längsachse und treiben einen Tibiaknochenstift ein. Alle 28 Operationen verliefen erfolgreich. MURRAY blickt auf 100 eigene Fälle zurück mit 96 Konsolidierungen bei guter Handgelenksfunktion. Allerdings waren in manchen Fällen seit dem Unfallereignis nur 3 bis 4 Wochen vergangen.

Bei der extraartikulären Bolzung nach ARMSTRONG wird ein Knochenstift ohne vorhergehende Freilegung in das Kahnbein eingetrieben (HUNDEMER). RÜTHER berichtet von 7 erfolgreichen Operationen.

RIESS verbindet die Spongiosaplombe nach RUSSE mit einer temporären Verlängerung der Sehne des Musculus flexor carpi radialis und nennt 19 gute Ergebnisse.

Nagelungen und Verschraubungen sollen über die völlige mechanische Ruhe im Spalt heilungsfördernd wirken. Der Einfluß des metallischen Fremdkörpers auf die Kallusbildung ist dagegen umstritten (KÜNTSCHER, RÜTHER, WITT).

MC LAUGHLIN und MAATZ verschrauben die Fragmente. GEISSENDÖRFER benutzt einen extraartikulär eingetriebenen Kirschnerdraht.

GIESEKING schlägt nach Freilegung von der Tabatière aus einen Mehrkantnagel ein und kürzt die postoperative Ruhigstellung im Gips ab.

E. Eigene Untersuchungen

I. Krankengut

Insgesamt wurden in einem Zeitraum von 6 1/2 Jahren bis zum März 1964 an der Orthopädischen Klinik der Freien Universität Berlin 43 Naviculärpseudarthrosen operiert. Es konnten 21 Patienten nachuntersucht werden. Von den restlichen 22 Operierten waren 15 entweder wegen der Zweiteilung der Stadt nicht mehr erreichbar oder sie hatten Westberlin verlassen.

Ein erschwerender Faktor für die Nachuntersuchung war das Mißtrauen der Patienten. Sie hielten den Untersucher für einen Vertrauensarzt. Manche Patienten mußten deshalb in ihrer Wohnung aufgesucht werden.

Es handelte sich um 21 Naviculärpseudarthrosen, darunter 3 Recidivfälle nach vorangegangener Spanung oder Beck'scher Bohrung.

Die postoperative Beobachtungszeit betrug 9 Monate bis 6 1/4 Jahre.

Die Geschlechtsverteilung wies 6 weibliche und 15 männliche Patienten auf.

Das Lebensalter beim Bruch des Kahnbeins lag zwischen 11 und 47 Jahren, im Durchschnitt bei 26 Jahren.

Das Operationsalter betrug 18 bis 49 Jahre, im Durchschnitt 29 Jahre.

Das Lebensalter bei der Nachuntersuchung lag zwischen 20 und 56 Jahren, im Durchschnitt bei 34 Jahren.

Vom Unfall bis zur Operation waren im Mittel 4 1/2 Jahre (54 Monate) vergangen. Das kürzeste Intervall betrug 8 Monate, das längste 19 Jahre.

Mit 11 rechten und 10 linken Handgelenken waren beide Seiten gleichhäufig betroffen.

Als Unfallmechanik überwiegt der Sturz auf die dorsalflektierte Hand mit 15 Fällen. Bei Unterteilung nach versicherungsrechtlichen Gesichtspunkten handelte es sich 15 mal um einen privaten Unfall und 8 mal um einen Berufsunfall. Insgesamt gab es 11 Verkehrsverletzungen.

Die dem Unfall folgende Primärbehandlung bestand nach Angabe von 13 Patienten in 2- bis 8-wöchiger Ruhigstellung mittels Gipsverband. Die Restlichen erhielten soweit überhaupt erinnerlich Massage, Wärmebehandlung, Bandagierung oder feuchte Umschläge.

Als präoperative Beschwerden gaben 20 Patienten Schmerzen im Handgelenk an bei unterschiedlich ausgeprägter Bewegungseinschränkung. Nur ein Handgelenk war schmerzfrei. Zweimal lag keinerlei Einschränkung der Beweglichkeit vor. Vier Handgelenke waren über der Naviculareggegend geschwollen.

Röntgenologisch handelte es sich um Querbrüche, deren Bruchlinien den Kahnbeinkörper annähernd senkrecht zur Oberfläche durchsetzten. Einer der Brüche war vergesellschaftet mit einem Abriß des Processus styloideus radii, ein anderer mit einer etwa erbsgroßen Absprengung.

Nach der Lage der Bruchlinien ergab sich eine symmetrische Häufigkeitsverteilung. Durch das mittlere Kahnbeindrittel liefen 14 Brüche, auf die Grenze zum distalen und proximalen Drittel entfielen je drei Frakturen, während durch das distale Drittel nur eine führte.

Drei Patienten zeigten präoperativ eine beginnende Arthrosis deformans im Handgelenk und ein anderer eine Sklerosierung des proximalen Kahnbeinfragments mit auffälliger Kalkdichte.

In der Zusammenstellung der Operationsmethoden kam 17 mal die Knochenplombierung nach RUSSE zur Anwendung. Der dabei eingepaßte Knochenspan von ca. 12 mm Länge und 3 mm Dicke entstammte der Ulnabasis, ebenso die gleichzeitig eingestopften Spongiosabröckel. Zweimal wurde zusätzlich eine Styloidektomie ausgeführt.

Die Spanung nach BARNARD-STUBBINS mit Verwendung des abgeschlagenen Processus styloideus radii als Spanmaterial war dreimal vertreten. Einmal wurde nach MATTI operiert.

Die postoperative Ruhigstellung geschah jedesmal mit zirkulärem Unterarmgips bis zu den Fingergrundgelenken unter Einschluß des Daumens. Im Mittel blieb er 17 Wochen und 2 Tage liegen. Die längste Ruhigstellung dauerte 23, die kürzeste 9 Wochen. In allen Fällen verlief die Wundheilung komplikationslos.

Nach einem mittleren postoperativen Klinikaufenthalt von 15,3 Tagen kamen die Patienten zur ambulanten Entlassung. Dem mehrmals erneuerten zirkulären Gips folgte im allgemeinen für zwei Wochen eine Gipsschale und dann die krankengymnastische Nachbehandlung.

Tabelle 1

Naviculapseudarthrosen

Nr.	Alter	Geschl.	Krbl. Nr.	Röntg. Nr.	Trauma Vorgeschichte	Bemerkung
1	37	w.	1284/57	815a/57	Sturz a. d. Hand	
2	56	m.	1393/57	2305/57	Schlag gegen das Handgelenk	
3	51	w.	2713/57	79/58	Sturz a. d. Hand	
4	24	m.	2928/57	647a/58	Sturz a. d. Hand Spanung	Recidiv
5	40	m.	214/58	929a/58	Schlag a. d. Hand Spang.Beckbohrung	2. Recidiv
6	44	w.	339/58	1054a/58	Sturz a. d. Hand	
7	30	m.	2143/58	292oa/58	Boxverletzung	
8	29	m.	2528/58	245oa/58	Sturz a. d. Hand Luxat. blut. rep.	
9	50	w.	1586/59	WISS.18	Sturz a. d. Hand	
10	34	w.	195/60	203a/60	Sturz a. d. Hand	
11	46	m.	1181/60	WISS.22	Sturz a. d. Hand	
12	23	m.	99/61	3/61	Sturz a. d. Hand	
13	33	m.	1188/61	WISS.	Sturz a. d. Hand	
14	27	m.	1786/61	1647a/61	Sturz a. d. Hand	
15	24	m.	1717/62	2010a/62	Sturz a. d. Hand	
16	24	m.	2176/62	1255/62	Stoß geg. d. Hand	
17	28	m.	2266/62	1282/62	Schlag auf das Handgelenk	
18	23	w.	1569/63	1018/63	unbekannt	
19	21	m.	197/64	114/64	Sturz a. d. Hand	
20	30	m.	386/64	100b/64	unbekannt Spanung	Recidiv
21	20	m.	548/64	696a/64	Sturz a. d. Hand	

Tabelle 2

Nr.	Unfall: Privat	Unfall: Beruf	Unfall: Verkehr	Alter	Seite	Primärbehandlung: Ruhigstellung: Mittel	Ruhigstellung: Zeit	Massage	Wärme
1	+			3o	li.	Gips	3 Wo.	+	
2		+		47	li.	Gips	?		+
3	+			44	li.	Bandage			
4	+			16	re.	Gips	4 Wo.		
5		+		34	li.	Gips	9 Wo.	+	+
6	+		+	37	li.	Gips	3 Wo.		+
7	+			21	re.	Bandage		+	+
8	+		+	22	re.	Gips	9 Wo.		
9	+			37	re.			+	+
1o		+	+	24	li.	Gips	4 Wo.		+
11	+		+	25	re.	Gips	2 Wo.	+	+
12		+	+	19	li.			+	+
13	+			3o	li.	unbekannt			
14		+		22	re.	Gips	2 Wo.	+	
15	+		+	21	re.	Gips	8 Wo.	+	+
16	+			18	li.	Bandage		+	
17		+		25	re.	Gips	2 Wo.		
18	+		+	15	li.	keine Behandlung			
19	+		+	19	re.	Umschläge			+
2o	+		+	11	re.	nicht erinnerlich			
21	+		+	18	re.				+

Tabelle 3

Praeoperativer klinischer Befund

Nr.	Operations-alter	Intervall Unfall bis Operation	Schmerzen	Schwellung	Bewegungseinschränkung nach vol.	dors.	rad.	uln.
1	31	4 1/2 Mon.	+	+	+	+	+	+
2	49	26 Mon.	+				+	+
3	45	12 Mon.	+	+	+	+	+	+
4	18	24 Mon.	+		+	+	+	+
5	34	8 Mon.	+	+	+		+	+
6	38	16 Mon.	+		+	+	+	+
7	24	4o Mon.	+			+		+
8	24	19 Mon.	+		+	+	+	+
9	45	7 1/2 Jahre	+		+	+		
1o	31	6 1/2 Jahre	+				+	+
11	42	17 Jahre	+	+	+	+	+	+
12	2o	14 Mon.	+		+	+	+	+
13	31	12 Jahre	+				+	+
14	24	18 Mon.	+		+	+		
15	22	1o Mon.	+		+	+	+	+
16	22	5 Jahre	+		+	+	+	+
17	26	13 Mon.	+		+	+	+	+
18	22	7 Jahre						
19	21	21 Mon.	+		+	+	+	+
2o	3o	19 Jahre	+					
21	2o	24 Mon.	+				+	+

Tabelle 4

Praeoperativer Röntgenbefund

Nr.	Skleros. Bruchspalt	Stark sklerос. prox. Fragment	Beginnende Arthrosis deformans	Bruch-typ	Bemerkung
1	+			4	
2	+			4	
3	+		+	2	
4	+			5	
5	+	+		4	
6	+			4	
7	+			5	
8	+			4	erbsgroße Absprengung
9	+			4	
1o	+		+	3	
11	+		+	4	
12	+			4	Abriß des Proc. styl.
13	+			3	
14	+			4	
15	+			4	
16	+			4	
17	+			4	
18	+			3	
19	+			5	
2o	+			4	
21	+			4	

Bruchtypen

2 Bruchlinie im distalen Kahnbeindrittel
3 Bruchlinie zwischen distalem und mittlerem Drittel
4 Bruchlinie im mittleren Drittel
5 Bruchlinie zwischen proximalem und mittlerem Drittel
6 Bruchlinie im proximalen Drittel

Tabelle 5

Operation

Nr.	Oper. alter	Schnitt	Span	Spongiosa	Methode
1	31	volar	+	+	BARNARD-STUBBINS
2	49	volar	+		RUSSE
3	45	volar	+	+	RUSSE
4	18	volar	+		RUSSE
5	34	dorsal	+	+	MATTI
6	38	volar	+	+	RUSSE
7	24	volar	+		RUSSE
8	24	volar	+		RUSSE
9	45	volar	+	+	RUSSE
1o	31	volar	+	+	RUSSE
11	42	volar	+	+	BARNARD-STUBBINS
12	2o	volar	+	+	RUSSE
13	31	volar	+	+	RUSSE
14	24	volar	+	+	RUSSE
15	22	volar	+	+	RUSSE
16	22	volar	+	+	RUSSE mit Styloidektomie
17	26	volar	+	+	RUSSE
18	22	volar	+	+	BARNARD-STUBBINS
19	21	volar	+	+	RUSSE
2o	3o	volar	+		RUSSE mit Styloidektomie
21	2o	volar	+		RUSSE

Tabelle 6

Postoperativer Verlauf

Nr.	Klinik-aufenthalt Tage	Zirkul. Gips Wochen	Danach Gips-schale	Kranken-gymnastik	Bäder	Sonstiges
1	17	16	+	+		
2	12	16	+	+		
3	15	15	+	+		
4	15	17	+	+		
5	19	17	+			Bandage
6	1o	16	+	+		
7	12	18				Leder-manschette
8	15	16	+	+	+	
9	18	19	+	+	+	
1o	15	22				Elastische Binde
11	13	22				Lederhulse
12	15	23		+		Lederhulse
13	13	17	+	+	+	
14	15	21				Elastische Binde
15	14	16	+	+		
16	17	17	+	+		
17	15	15	+	+		
18	12	16	+	+		
19	17	9		+		Elastische Binde
2o	15	19	+	+		
21	16	13	+	+		

II. Methodik der Nachuntersuchung

a) Unter Berücksichtigung von Rechts- bzw. Linkshändigkeit wurden an der operierten Seite folgende Befunde registriert:

Schwächere Ausbildung der Muskulatur an Unterarm und Daumenballen sowie verminderte Beschwielung der Handinnenfläche.

Verminderte rohe Kraft im überkreuzten Händedruck mit dem Untersucher.

Schwellung der Naviculargegend.

Ruheschmerz, Schmerzen beim Druck in die Tabatière, Schmerzen in den Endlagen bei aktiver und passiver Bewegung sowie Schmerzen bei Bewegung gegen Widerstand.

Schmerz beim Achsenstoß gegen die Mittelhandköpfchen bei geballter Faust.

Schmerzzustände anderer Ursache am Unterarm wie Epicondylitis u. ä.

Messung der Bewegungsausschläge bei Volar-, Dorsal-, Radial- und Ulnarflexion. Die gemessenen Winkelgrade wurden zu den korrespondierenden Werten der nicht operierten Seite in Beziehung gesetzt. So errechneten sich jeweils 4 Quotienten: operierte Seite dividiert durch Gegenseite. Das arithmetische Mittel aus ihnen ergab einen groben Vergleichswert für die relative Gesamtbeweglichkeit der operierten Hand.

Arbeitsfähigkeit, Berufsunfähigkeit, Umschulung, Einstufung der Unfallrente in %, benutzte Apparate (Lederhülse, elastische Binde o. ä.)

b) Beurteilung des Behandlungsergebnisses anhand des funktionell-klinischen Bildes:

1) Erzielte Besserung gegenüber dem präoperativen Zustand.

2) Verbliebene Berufsbehinderung.

3) Noch bestehende Beschwerden.

Jeder Fall erhielt eine Benotung nach folgendem Schema:

Sehr gut	Völlige Wiederherstellung, volle Arbeitsfähigkeit, keine Beschwerden.
Gut	Erhebliche Besserung, keine wesentliche Berufsbehinderung, gelegentlich leichte Beschwerden.
Befriedigend	Deutliche Besserung, zufriedenstellender beruflicher Einsatz, jedoch deutliche Behinderung, leichte Beschwerden.
Mäßig	Geringfügige Besserung, erhebliche Berufsbehinderung, stärkere Beschwerden.
Mangelhaft	Zustand unverändert.
Schlecht	Verschlechterung gegenüber dem präoperativen Zustand.

c) Soweit durchführbar wurde ein Röntgenbild angefertigt und der Befund aufgeschlüsselt:

vollständiger Durchbau
unvollständiger Durchbau
fehlender Durchbau
fortschreitende Arthrosis deformans.

Die Befunde der Nachuntersuchung sind in Tabelle 7 bis 11 wiedergegeben.

Zur besseren Übersicht wurden die wichtigsten Befunde nach dem Behandlungsergebnis in drei Gruppen tabellarisch zusammengefaßt:

1) sehr gut
2) gut und befriedigend
3) mäßig.

Tabelle 12 enthält nur die 17 Knochenplombierungen nach RUSSE.
Tabelle 13 gilt für sämtliche 21 Naviculareoperationen.

Tabelle 7

Nachuntersuchungsbefunde

Nr.	Postoperative Beobachtung	Muskelatrophie am Unterarm	Muskelatrophie am Daumenballen	Verminderung von Beschwielung	Verminderung roher Kraft	Handgelenkschwellung
1	6 1/4 Jahre					
2	6 1/4 Jahre					
3	5 1/2 Jahre		+		+	+
4	5 1/2 Jahre	+	+	+		
5	5 1/4 Jahre	+	+	+	+	
6	5 1/4 Jahre	+	+		+	
7	5 Jahre					
8	4 3/4 Jahre					
9	4 Jahre					
1o	3 3/4 Jahre	+	+	+	+	
11	3 1/4 Jahre	+	+	+	+	
12	2 3/4 Jahre	+	+	+		
13	2 1/2 Jahre					
14	2 1/4 Jahre				+	
15	27 Mon.					
16	12 Mon.					
17	12 Mon.					
18	16 Mon.	+	+			
19	11 Mon.			+		
2o	1o Mon.					
21	9 Mon.					

Tabelle 8

Nachuntersuchungsbefunde

Nr.	Tabatière-druck-schmerz	Achsen-stoß-schmerz	Bewegungsschmerz in den Endlagen aktiv	Bewegungsschmerz in den Endlagen passiv	Bewegungsschmerz gegen Widerstand
1					
2					
3	+	+	+	+	+
4					
5	+	+	+	+	+
6				+	
7					
8					
9					
10	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+
12					
13					
14					
15		+		+	+
16					
17					
18					
19			+	+	+
20				+	+
21					

Tabelle 9

Nachuntersuchungsbefunde

Nr.	Beweglichkeit in % zur Gegenseite vol.	dors.	rad.	uln.	Durchschnitt	Postop. Röntgenbefund knöcherner Durchbau voll- ständig	unvoll- ständig	fehlend
1	90	90	100	60	3/4	+		
2	80	80	100	70	3/4	+		
3	70	60	80	70	2/3	+		
4	100	90	100	100	1/1	+		
5	80	50	50	70	2/3	Röntgenbilder nicht beschaffbar		
6	80	70	50	50	2/3	+		
7	80	80	70	80	3/4	+		
8	60	50	100	60	2/3	+		
9	70	60	60	70	2/3	+		
10	90	60	60	60	2/3	+		
11	50	50	70	70	1/2			+
12	70	70	100	70	3/4	+		
13	80	70	80	70	3/4	+		
14	50	70	0	70	1/2	+		
15	70	80	70	80	3/4		+	
16	70	50	50	50	1/2	+		
17	100	100	100	100	1/1	+		
18	100	80	100	80	1/1	+		
19	60	60	20	60	1/2		+	
20	100	100	100	100	1/1	+		
21	80	70	80	70	3/4	+		

Tabelle 1o

Nr.	Röntgen: Postoperat. fortschrtd. Arthr. def.	Erwerbsleben: voll arbeitsfähig	berufsunfähig	Umschulung	Rente %	benutzte Apparathilfe
1		+				
2		+				
3	+		+		2o	
4		+				
5	ohne Röntgenbild		+		3o	Lederhülse
6						
7		+				Bandage
8		+				
9		+				
1o	+					
11	+		+	+		Lederhülse
12		+				
13		+				
14						Bandage
15			+	+	3o	
16		+				Bandage
17		+				
18		+				
19		+				
2o		+				
21		+				

Tabelle 11

Beurteilung des Behandlungsergebnisses und Bemerkungen

Nr.	Benotung	Bemerkungen
1	sehr gut	
2	sehr gut	Epicondylitis links
3	mäßig	präoperativ beginnende Arthrosis def.
4	sehr gut	präoperativ Recidiv nach Spanung
5	mäßig	präoperativ Recidiv nach Beckenbohrung und Spanung mit sklerosiertem proximalen Fragment. Nachuntersuchung ohne Röntgenbilder.
6	befriedigend	leichte Epicondylitis links
7	sehr gut	weiterhin aktiver Boxer
8	sehr gut	
9	sehr gut	
10	mäßig	präoperativ beginnende Arthrosis deformans, Cervicalsyndrom links, styloiditis radii.
11	mäßig	präoperativ beginnende Arthrosis deformans, fehlender Durchbau
12	sehr gut	Epicondylitis links
13	sehr gut	
14	befriedigend	
15	befriedigend	Arthrosis deformans im Daumensattelgelenk, unvollständiger Durchbau, knöchern verheilte frische Naviculafraktur links.
16	sehr gut	
17	sehr gut	
18	sehr gut	
19	befriedigend	Gipsabnahme nach 9 Wochen in postoperativer Behandlung außerhalb, unvollständiger Durchbau
20	gut	präoperativ Recidiv nach Spanung
21	sehr gut	

Tabelle 12

Zusammenstellung der 17 Operationen nach RUSSE

Behandlungsergebnis	sehr gut	gut und befriedigend	mäßig
Zahl der Operierten	1o	5	2
Präoperativer Röntgenbefund			
Recidiv	1	1	-
Arthrosis deformans	-	-	2
Sklerose des prox. Fragm.	-	-	-
Bruchtyp (vgl. Tabelle 4)			
Anzahl vom Typ 2	-	-	1
3	1	-	1
4	7	4	-
5	2	1	-
Operationsalter Durchschnitt	27,9	28,o	38,o
Jüngster Patient	18	21	31
Ältester Patient	49	38	45
Geschlecht männlich	9	4	-
weiblich	1	1	2
Intervall Unfall - Operation			
Durchschnitt (Monate)	43,4	58,8	45,o
Kürzeste Zeit "	13	16	12
Längste Zeit "	9o	228	78
Operationsmethode			
RUSSE	9	4	2
RUSSE mit Styloidektomie	1	1	-
Postoperative Gipsfixation			
Durchschnitt (Wochen)	17,1	14,4	18,5
Kürzeste Zeit "	13	9	15
Längste Zeit "	23	19	22
Postoperativer Röntgenbefund			
Vollständiger Durchbau	1o	3	2
Unvollständ. Durchbau	-	2	-
Fehlender Durchbau	-	-	-
Fortschr. Arthrosis def.	-	-	2
Beweglichkeit Durchschnitt	3/4	2/3	1/2

Tabelle 13

Behandlungsergebnis	sehr gut	gut und befriedigend	mäßig
Zahl der Operierten	12	5	4
Präoperativer Röntgenbefund			
Recidiv	1	1	1
Arthrosis deformans	-	-	3
Sklerose des prox. Fragm.	-	-	1
Bruchtyp (vgl. Tabelle 4)			
Anzahl vom Typ 2	-	-	1
3	2	-	1
4	8	4	2
5	2	1	-
Operationsalter Durchschnitt	27,8	28,o	38,2
Jüngster Patient	18	21	31
Ältester Patient	49	38	45
Geschlecht männlich	9	4	2
weiblich	3	1	2
Intervall Unfall - Operation			
Durchschnitt (Monate)	43,8	58,8	75,3
Kürzeste Zeit "	5	16	8
Längste Zeit "	9o	228	2o4
Operationsmethode			
RUSSE	9	4	2
RUSSE mit Styloidektomie	1	1	-
MATTI	-	-	1
BARNARD-STUBBINS	2	-	1
Postoperative Gipsfixation			
Durchschnitt (Wochen)	17,1	14,4	19,o
Kürzeste Zeit "	13	9	15
Längste Zeit "	23	19	22
Postoperativer Röntgenbefund			
Vollständiger Durchbau	12	3	2
Unvollständ. Durchbau	-	2	-
Fehlender Durchbau	-	-	1
Fortschr. Arthrosis def.	-	-	3
Beweglichkeit Durchschnitt	3/4	2/3	1/2

IV Ergebnisse

Das Behandlungsergebnis "sehr gut" erscheint insgesamt 12 mal:

1o mal nach RUSSE (Nr. 2, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 16, 17, 21)

2 mal nach BARNARD-STUBBINS (Nr. 1, 18)

Alle diese Brüche waren auch röntgenologisch knöchern verheilt.

Das Behandlungsergebnis "gut und befriedigend" lag insgesamt 5 mal vor:

5 mal nach RUSSE (Nr. 6, 14, 15, 19, 2o)

Die postoperativen Befunde lauteten:

Vollständiger Durchbau	(Nr. 6, 14, 2o)
Unvollständiger Durchbau	(Nr. 15, 19)

Das Behandlungsergebnis "mäßig" erscheint insgesamt 4 mal:

2 mal nach RUSSE	(Nr. 3, 1o)
1 mal nach BARNARD-STUBBINS	(Nr. 11)
1 mal nach MATTI	(Nr. 5)

In diesen Fällen lautete der präoperative Befund:

Beginnende Arthrosis deformans	(Nr. 3, 1o, 11)
Zweites Recidiv nach Beck-Bohrung und Spanung mit sklerosiertem proximalen Fragment	(Nr. 5)

Die entsprechenden postoperativen Befunde waren:

Vollständiger Durchbau, fortschreitende Arthrosis deformans	(Nr. 3, 1o)
Fehlender Durchbau, fortschreitende Arthrosis deformans	(Nr. 11)
Ohne Röntgenbilder	(Nr. 5)

Das mittlere Operationsalter dieser 4 Patienten liegt mit 38 Jahren um 1o Jahre über dem Durchschnitt der Gruppen "sehr gut" und "gut und befriedigend". Der überhaupt älteste Patient mit 49 Jahren gehört jedoch zur Gruppe "sehr gut" (Nr. 2).

In jede Ergebnisgruppe gehört je ein Patient, dessen

Naviculapseudarthrose schon einmal anderenorts ohne Erfolg operiert wurde (Nr. 4, 5, 2o). Patient Nr. 5 war zweimal operiert.

Behandlungsergebnisse "mangelhaft" oder "schlecht" werden nicht verzeichnet.

F. Diskussion

Wegen des zahlenmäßig kleinen Untersuchungsgutes erscheint eine Auswertung unter Errechnung von Prozentsätzen nicht sinnvoll. Es gelingt auch nicht, die Ergebnisse der verschiedenen Operationsmethoden gegenüberzustellen, weil auf 17 Operationen nach RUSSE nur drei nach BARNARD-STUBBINS und eine nach MATTI entfallen.

Mit zunehmendem Operationsalter sinkt der Operationserfolg. Das Durchschnittsalter der Gruppe "mäßig" liegt mit 38 Jahren um 1o Jahre über den Gruppen "sehr gut" und "gut und befriedigend". Einschränkend muß jedoch auf das sehr gute Ergebnis des ältesten Patienten hingewiesen werden (Nr. 2: 49 Jahre).

Zusammenhänge zwischen der Geschlechtszugehörigkeit und dem Behandlungsergebnis werden durch die Überzahl männlicher Patienten verdeckt. Läßt man diese Überzahl außer acht, liegt der Anteil mäßiger Ergebnisse bei den männlichen Patienten niedriger als bei den weiblichen.

Wie weit das Alter der Pseudarthrosen den Operationserfolg beeinflußt, geht aus der Zusammenstellung nicht eindeutig hervor. Es fällt auf, daß die Gesamttabelle der 21 Operationen einen abnehmenden Erfolg mit zunehmendem Alter der Pseudarthrose aufweist. Betrachtet man dagegen nur die 17 Knochenplastiken nach RUSSE, findet sich zwischen "mäßig" und "sehr gut" praktisch kein Unterschied im mittleren Alter der Pseudarthrosen.
Ursache dieser unterschiedlichen Tabellenwerte ist der zahlenmäßig stark anhebende Einfluß von Nr. 11 mit der 17 Jahre alten Pseudarthrose.

Das röntgenologische Ergebnis deckt sich nicht immer mit dem funktionell-klinischen Bild.
"Sehr gut" ist stets mit dem vollständigen Durchbau verknüpft. Umgekehrt führte aber der vollständige Durchbau nicht immer zu einem klinisch sehr guten Ergebnis, besonders nicht bei vorbestehender Arthrosis deformans.
Bei 17 knöchern verheilten Pseudarthrosen war nur 12 mal

auch das funktionell-klinische Ergebnis "sehr gut". Unvollständiger Durchbau ergab klinisch höchstens ein "befriedigend", fehlender Durchbau ein mäßiges Ergebnis.

Besonders erwähnenswert erscheint die Beobachtung, daß bei präoperativer Arthrosis deformans stets nur das Ergebnis "mäßig" resultierte. Hierin bestätigt sich die Erfahrung der aufgeführten Autoren.

Zusammenhänge zwischen dem Operationserfolg und der Lage der Bruchlinien können nicht klar beurteilt werden. Es läßt sich nur so viel sagen, daß die Gruppe "sehr gut" eine genau symmetrische Verteilung der Brüche um das mittlere Kahnbeindrittel aufweist. Die Bruchlinien beim Ergebnis "mäßig" weichen dagegen nach distal ab.

Erfolgsunterschiede bei Operationen am linken oder rechten Handgelenk lassen sich nicht erkennen.

Volle Wiederherstellung der Beweglichkeit im Handgelenk wurde nur bei 4 Patienten erreicht. Im Durchschnitt betrug sie in der Gruppe "sehr gut" 2/3 von der gesunden Seite. Sie verschlechterte sich mit abnehmendem Behandlungserfolg.

Insgesamt konnte als Behandlungsefgebnis bei rund 4/5 der Operierten eine wesentliche Besserung erzielt werden. Bei etwas mehr als der Hälfte gelang die völlige Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit der Hand. In keinem Fall gab es eine Verschlechterung gegenüber dem präoperativen Zustand.

Bei den 4 mäßigen Ergebnissen lag präoperativ dreimal eine beginnende Arthrosis deformans vor. Der vierte Fall war ein zweites Recidiv nach vorausgegangener Beckbohrung und Spanung. Außerdem war hier das proximale Fragment deutlich sklerosiert.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen die Spanungsoperation mit autoplastischem Knochenmaterial als sehr aussichtsreiche Behandlungsmethode der Naviculapseudarthrosen erscheinen. Dabei spielt offenbar das Alter der Pseudarthrose keine Rolle. In Übereinstimmung mit den Autoren dieser Operationstechnik konnte ein Erfolg aber nur bei den Pa-

tienten erzielt werden, die noch keine sekundären arthrotischen Veränderungen im Handgelenk aufwiesen. Aus diesem Grunde wäre selbst bei zunächst geringen Beschwerden die rechtzeitige Operation anzustreben.

G. Zusammenfassung

Es wurden 21 Pseudarthrosen-Operationen am Os naviculare carpi nachuntersucht, darunter 17 Spanungsoperationen nach RUSSE, drei nach BARNARD-STUBBINS und eine nach MATTI.

Die Patienten waren bei der Operation zwischen 18 und 49 Jahren alt. Es wurden 6 Frauen und 15 Männer operiert. Das Alter der Pseudarthrosen lag zwischen 8 Monaten und 19 Jahren. Die Befunde sind in Tabellen zusammengestellt. Jeder Fall erhielt nach dem Behandlungsergebnis eine Benotung. 12 Behandlungsergebnisse waren "sehr gut", 5 "gut und befriedigend" und 4 "mäßig".

Mit zunehmendem Operationsalter wird ein abnehmender Behandlungserfolg verzeichnet. Ob auch dem Alter der Pseudarthrose eine Bedeutung zukommt, läßt sich nicht erkennen. Bei vorbestehender Arthrosis deformans gab es stets nur ein mäßiges Behandlungsergebnis.

Der röntgenologische Befund deckte sich nicht immer mit dem funktionell-klinischen Bild. Auf 17 röntgenologisch verheilte Pseudarthrosen entfielen funktionell-klinisch nur 12 sehr gute Ergebnisse. Die Beweglichkeit im Handgelenk war gegenüber der gesunden Seite im Durchschnitt geringer.

Insgesamt konnte durch die Operation eine wesentliche Besserung erzielt werden. Bei etwas mehr als der Hälfte der Operierten wurde die Gebrauchsfähigkeit der Hand völlig wiederhergestellt.

Literaturverzeichnis

ADAMS, J.D. und R.D. LEONARD: Fracture of the carpal scaphoid. New method of treatment with a report of one case.
New England J. Med. 198, 401 (1928)

ANDREESEN, R.: Ermüdungserscheinungen, Nekrose und Pseudarthrose des Kahnbeins.
Fortschr. Röntgenstr. 60, 253 (1939)

BARNARD, L. und S.G. STUBBINS: Styloidektomie of the radius in the surgical treatment of non-union of the carpal navicular.
J. Bone Surg. 30, 98 (1948)

BAUMGARTL, F., J. DREWES und H. ERKENS: Zur Entstehung und Behandlung von Kahnbeinpseudarthrosen der Hand.
Mschr. Unfallheilk. 65, 1 (1962)

BAUR, E.: Ergebnisse operativer Behandlung von Naviculärpseudarthrosen.
Schweiz. Z. Unfallmed. 47, 297 (1954)

BECK, A.: Die Behandlung der Pseudarthrose mit Knochenbohrung.
Zbl. Chir. 58, 2802 (1931)

BLOCK, W.: Die normale und gestörte Knochenbruchheilung.
Enke, Stuttgart, 1940

BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
Maudrich, Wien, 1953

BRANDT, G.: Kahnbeinbrüche.
Ref. Mschr. Unfallheilk. 57, 153 (1954)

BUNNEL, S.: Die Chirurgie der Hand. Bd. 2
Maudrich, Wien, 1959

BÜRKLE DE LA CAMP, H. und P. ROSTOCK: Handbuch der gesamten Unfallheilkunde.
Bd. 3, Enke, Stuttgart, 1956

BÜRKLE DE LA CAMP, H.: Die Naviculärpseudarthrose und ihre Behandlung.
Zbl. Chir. 82, 1018 (1957)

CARSTENS, E.: Untersuchungen zur Ursache der Kahnbeinpseudarthrosen der Hand.
Ref. Zbl. Chir. 87, 1476 (1962)

CONTZEN, F.: Die Naviculärpseudarthrose und ihre Behandlung.
Chirurg 28, 315 (1957)

COTTA, H.: Ein Beitrag zur Differentialdiagnose Naviculärpseudarthrose - Os naviculare bipartitum carpi.
Arch. orthop. Unfallchir. 52, 581 (1960/61)

CRENSHAW, A.H.: Campbell's Operative Orthopedics. The C. V. Mosby Company, 1963

DÜBEN, W.: Zur Frage der operativen oder konservativen Faustgipsbehandlung des veralteten Kahnbeinbruches und der Kahnbeinpseudarthrose. Chirurg 25, 63 (1954)

DÜBEN, W.: Der frische und veraltete Kahnbeinbruch der Hand. Med. Klinik 48, 902 (1953)

ENDER, J., H. KROTSCHECK, und R. SIMON-WEIDNER: Chirurgie der Handverletzungen. Springer, Wien, 1956

ERLACHER, P.: Über die Styloidektomie zur Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche und -pseudarthrosen der Hand. Arch. orthop. Unfallchir. 51, 523 (1960)

EUFINGER, H.: Kleine Chirurgie. Urban und Schwarzenberg, München, 1961

GEISSENDÖRFER, H.: Erfolgreiche Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche der Hand durch Nagelung. Zbl. Chir. 68, 343 (1941)

Meine Technik der Kahnbeinnagelung. Zbl. Chir. 68, 1334 (1941)

GEYER, H.: Kritische Betrachtungen zur Differentialdiagnose Naviculare bipartitum - Navicularpseudarthrose. Mschr. Unfallheilk. 65, 149 (1962)

GIESEKING, H.: Die Nagelung als Behandlungsmaßnahme beim frischen und alten Kahnbeinbruch. Z. Orthop. 80, 597 (1951)

HAINZL, G.: Zur Knochenbolzung der Kahnbeinpseudarthrosen. Zbl. Chir. 82, 1708 (1957)

HEIM, G.: Warum und wie müssen Kahnbeinfehlgelenke operiert werden. Chirurg 13, 13 (1941)

HERZOG, K.H.: Behandlungsergebnisse von Navicularfrakturen, -pseudarthrosen und -zysten. Zbl. Chir. 85, 769 (1960)

HIRSCHFELD, S.: Die biologischen Vorzüge der Spongiosaplastik nach Matti bei der Pseudarthrosenbehandlung. Zbl. Chir. 84, 57 (1959)

HÜBNER, A.: Zweiteilung des Kahnbeins der Handwurzel. Mschr. Unfallheilk. 56, 193 (1953)

HUNDEMER, W.: Beitrag zur extraartikulären Knochenbolzung der Kahnbeinpseudarthrosen der Hand. Zbl. Chir. 79, 274 (1952)

KAGER, A.: Bericht über Pseudarthrosenbehandlung innerhalb von 2o Jahren. Zbl. Chir. 86, 1o11 (1961)

KOTHE, W.: Die Beurteilung von Navicularschäden. Mschr. Unfallheilk. 59, 339 (1956)

KRACKE, K.: Bericht über 15o Navicularfrakturen. Mschr. Unfallheilk. 56, 31o (1953)

KRAMER, G.: Zur Behandlung der Kahnbeinbrüche. Mschr. Unfallheilk. 63, 259 (196o)

KRAMER, G.: Ernährungsstörungen des Kahnbeins nach Fraktur und ihre Prognose. Arch. orthop. Unfallchir. 56, 63 (1964)

KRÖSL, W.: Die Styloidektomie als Palliativoperation der Kahnbeinpseudarthrosen. Arch. orthop. Unfallchir. 52, 32 (196o)

KÜNTSCHER, G.: Der Heilungsvorgang bei der Pseudarthrose. Zbl. Chir. 84, 59 (1959)

LANGE, M.: Orthopädisch-Chirurgische Operationslehre. Springer, München, 1951

LANZ, T.v. und W. WACHSMUTH: Anatomie. Bd. 1, Teil 3 Springer, Berlin, 1958

MAATZ, F.: Ref. 66. Tagg. nordwestdeutscher Chirurgen. Zbl. Chir. 59, 297 (1952)

MATTI, G.: Über die Behandlung der Navicularfraktur durch Plombierung mit Spongiosa. Zbl. Chir. 64, 2353 (1937)

MATTI, G.: Technique and results of my operation for pseudarthrosis. J. Bone Surg. 19,87o (1937)

MC LAUGHLIN, H.L.: Fracture of the carpal naviculare bone. J. Bone Surg. 36, 765 (1954)

MURRAY, G.: End result for bone-grafting for non-union of the carpal navicular. J. Bone Surg. 28, 749 (1946)

OBERMAYR, E.: Behandlungsergebnisse mit dem Faustgipsverband bei 41 frischen Brüchen des Kahnbeins der Hand. Arch. orthop. Unfallchir. 46, 551 (1953)

PALMER, I. und A. WIDEN: Treatment of fractures and pseudarthrosis of the scaphoid with central grafting. Acta Chir. Scand. 11o, 1o6 (1955)

PEREY, O.: A re-examination of cases of pseudarthrosis of the navicular bone operated on according to Benzon's technique. Acta Orthop. Scand. 23, 26 (1953)

PERKINS, G.: Fracture of the carpal scaphoid. Brit. Med. J. 45, 536 (1950)

REHBEIN, F. und W. DÜBEN: Zur konservativen Behandlung des veralteten Kahnbeinbruchs und der Kahnbeinpseudarthrose. Arch. orthop. Unfallchir. 45, 67 (1952)

RETTIG, H.: Ein Beitrag zur Äthiologie und Differentialdiagnose von Naviculamekrose, Naviculare partitum und Naviculärpseudarthrose. Arch. orthop. Unfallchir. 54, 263 (1962)

RIESS, J.: Kahnbeinpseudarthrosen, operative Behandlung mit Spongiosaverpflanzung und temporärer Verlängerung der Sehne des musculus flexor carpi radialis. Chirurg 31, 457 (1960)

RITTER, U.: Anzeige, Erfolgsaussichten und Mißerfolge bei der Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche und Kahnbeinpseudarthrosen. Chirurg 24, 212 (1953)

RÜTHER, H.: Zur Behandlung der Pseudarthrose am Kahnbein, Innenknöchel und Akromion. Z. Orthop. 79, 485 (1950)

RUSSE, O.: Erfahrungen in der Spongiosaauffüllung von Kahnbeinpseudarthrosen. Ref. Chirurg 23, 234 (1952)

RUSSE, O.: Behandlungsergebnisse der Spongiosaauffüllung bei Kahnbeinpseudarthrosen. Z. Orthop. 81, 466 (1952)

RUSSE, O.: Fracture of the carpal navicular. J. Bone Surg. 42,A, 759 (1960)

RUSSE, O.: Nachuntersuchungsergebnisse 22 operierter veralteter Brüche und Pseudarthrosen des Kahnbeins der Hand. Z. Orthop. 93, 5 (1960)

SCHINDLER, H.S.: Erfahrungen mit der Knochenimplantation bei Naviculärpseudarthrosen. Mschr. Unfallchir. 64, 23 (1961)

SCHNEK, F.: Die Behandlung der verzögerten Kallusbildung des Os naviculare manus mit der Beckschen Bohrung. Zbl. Chir. 57, 1600 (1930)

SMITH, L. und B. FRIEDMAN: Treatment of ununited fracture of the carpal navicular by styloidektomie of the radius. J. Bone Surg. 38, 368 (1956)

STEYER, A.: Vierjahresbericht über die Navicular-frakturen der Hand und deren funktionelle Spätresultate. Zbl. Chir. 86, 2277 (1961)

TROJAN, E.: Die Bruchformen des Kahnbeins der Hand. Z. Orthop. 85, 647 (1955)

TROJAN, E.: Die operative Behandlung des veralteten Kahnbeinbruchs der Hand. Verhdl. dtsch. orthop. Ges. 87, 160 (1956)

UNGEHEUER, E.: Ber. Unfallchir. Tagg. Frankfurt/M 1953

VERÖ, G.: Über die Fragen der Entstehung, Klinik und Differentialdiagnose der Fraktur, des Überlastungsschadens und der angeborenen Zweiteilung des Os naviculare der Hand. Zbl. Chir. 76, 322 (1951)

WACHSMUTH, W.: Operationslehre. Teil 1 Springer, Berlin, 1956

WAGNER, C.J.: Fractures of the carpal navicular. J. Bone Surg. 34, 774 (1952)

WELLER, S.: Zur Behandlung von frischen Kahnbeinbrüchen der Hand. Dtsch. Med. Wschr. 85, 544 (1960)

WIPFLI, W.: Operative Behandlung der Navicular-pseudarthrosen der Hand. Z. Unfallheilk. (Schweiz) 54, 157 (1961)

WITT, A.N.: Zur Behandlung der veralteten Handverletzungen. Mschr. Unfallheilk. 54, 297 (1951)

WITT, A.N.: Die Behandlung der Pseudarthrosen. De Gruyter, Berlin, 1952

WITT, A.N.: Die funktionsgestörte Hand. Verh. dtsch. orthop. Ges. 43, 137 (1956)

Herrn Professor Dr. med. H. Mittelmeier danke ich für die freundliche Zuweisung des Themas und die Beratung bei der Anfertigung dieser Arbeit, Herrn Professor Dr. med. A. N. Witt für die Überlassung des Untersuchungsgutes.

Lebenslauf

Am 24. September 1929 wurde ich in Lyck/Ostpr. als Sohn des Bauingenieurs Willi Herpell und seiner Ehefrau Elisabeth geboren. Meine Schulausbildung beendete ich 1949 in Eutin/Holst. mit dem Abitur. Nach dem Abschluß einer Mechanikerlehre 1951 erwarb ich 1957 den Grad eines Diplomingenieurs an der Technischen Hochschule Darmstadt. Vom Sommersemester 1958 bis zum Wintersemester 1963/64 studierte ich Medizin an der Freien Universität Berlin und beendete mein Staatsexamen am 20. Oktober 1964.

Rudolf Herpell